Über den Verlauf
der
Gefässbündel im Stengel der Ranunculaceen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen
vorgelegt
von

Hermann Ziegler
aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 6. März 1895.

Erlangen.
K. b. Hofbuchdruckerei von Aug. Vollrath.
1895.

Seiner teuren Mutter

in

Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543501_0150

Über den Verlauf der Gefässbündel im Stengel der Ranunculaceen.

Engler schreibt in dem Werk „Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, insbesondere den Nutzpflanzen“ von Engler und Prantl, Leipzig 1888 bei der Besprechung der anatomischen Verhältnisse der Ranunculaceen: „Die oberirdischen Stengel sind hinsichtlich ihres Bündelverlaufes nur bei Clematis genau untersucht.“ Herr Professor Dr. Reess veranlasste mich nun zu einer umfassenderen diesbezüglichen Untersuchung des Stengels der Ranunculaceen.

Die Literatur, die mir hierzu zur Verfügung stand, beschränkte sich auf:

C. Naegeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, Leipzig 1858, Heft I.

A. Meyer, Ranunculaceen, Beiträge zur anatomischen Systematik, in Bot. Hefte hrsg. von Wigand. I.

Als allgemeine Untersuchungsmethode wurde das von Naegeli und Schwendener[1]) im „Mikroskop“ beschriebene und von Naegeli auch zu seinen eigenen Untersuchungen verwendete Verfahren benützt, indem eine grosse Anzahl aufeinanderfolgender Querschnitte miteinander verglichen wurde. Durch eine feine, vorher im Stengel angebrachten, Längskerbe war es möglich, die einzelnen Schnitte immer in die gleiche Lage zu

[1]) Naegeli und Schwendener, „Das Mikroskop“ Leipzig 1872.

bringen und so die Querschnitte mehrerer Knoten miteinander zu kombinieren. Bei stark gedrehten und vielsträngigen Stengeln war eine Verfolgung der einzelnen Fibrovasalstränge allerdings zuweilen sehr schwierig und mitunter direkt unausführbar. Deshalb wurden nebenbei auch noch ganze Stengel in zwei Längshälften geteilt, von der Epidermis vorsichtig befreit, auf eigens, der Länge des Stengels entsprechend, zugeschnittene Glasplatten mittelst zahlreicher Bindfadenlagen befestigt und so die ganzen Platten in einem geräumigen Gefässe längere Zeit, oft mehrere Tage hindurch, mit 5—10 % Kalilauge stark erhitzt und zwar solange, bis die ganze Zellsubstanz zerstört war. Hierauf wurde das Alkali in den Stengeln durch Legen der ganzen Platten in verdünnte Salzsäure verdrängt und letztere wieder mit Wasser vollständig ausgewaschen. War eine vollständige Aufhellung auf diese Weise nicht bewerkstelligt worden, so wurde, nachdem die Salzsäure mit Wasser ausgewaschen war, wieder mit Kalilauge erhitzt, diese wieder mit Salzsäure verdrängt und so fort, bis brauchbare Präparate erzielt worden waren. Die so aufgehellten Stengel wurden nun einer Färbung mit Saffranin-Anilin und Methylviolett unterzogen und wurden so besonders bei krautigen Stengeln sehr schöne Präparate erhalten, bei denen der Gefässbündelverlauf mittelst des Mikroskopes, zuweilen auch schon mittelst der Lupe zu erkennen war. Hohle Stengel wurden auf einer Seite aufgeschnitten und, ausgebreitet, auf den Glasplatten befestigt. Die fertigen Platten wurden in schwacher, wässriger Formalinlösung aufbewahrt. Bei stark verholzten Stengeln war eine Beobachtung der einzelnen Gefässbündelstränge, speciell im Knoten, allerdings auch hier wieder mit Schwierigkeiten verbunden, so dass als Hauptuntersuchungsmittel eben immer am besten die Kombination von successiven Querschnitten zur Untersuchung angewendet wurde.

Zur Erklärung meiner Beobachtungen mögen die beigefügten schematischen Zeichnungen dienen, die ohne Rücksicht auf die Gestalt des Stengels nur das Verhalten der Fibrovasalstränge in den Knoten und Internodien darstellen sollen. Die Zeichnungen sind so gedacht, dass die äusseren Kreise die Stellung der Gefässbündel in den oberen Knoten, die inneren deren Stellung in den unteren Knoten klar legen sollen. Die Medianstränge des in den zu untersuchenden Knoten eintretenden Blattes sollen durch die schwarzen Kreise, die Lateralstränge durch die schraffierten Kreise bezeichnet sein. Die Untersuchung des Stengels geschah immer vom Spross nach der Wurzel zu. Die oberen Knoten, die meist nur von Blättern gebildet waren, zeigten häufig ganz andere Verhältnisse wie die tiefer stehenden.

Als Ausgangspunkt meiner Untersuchungen nahm ich Naegeli's[1]) Beobachtungen im Stengel von Clematis viticella und Clematis vitalba an, und möchte ich daher die Beschreibung dieses Typus, zugleich als den, für die Gattung der Clematisarten, allgemeinen mit den Worten Naegeli's folgen lassen: „Die Blätter sind diametral opponiert, die Blattpaare rechtwinklig alternierend. Blattspur 3strängig. Der Medianstrang geht durch ein Stengelglied, teilt sich im nächsten Knoten in zwei Schenkel und setzt sich an die Lateralstränge des dortigen Blattpaares an. Anfänglich ist immer nur ein Schenkel vorhanden und die beiden Medianstränge des nämlichen Paares biegen symmetrisch-konvergierend aus. Bei Clematis viticella tritt die Bildung dieses zweiten Schenkels zuweilen erst ziemlich später ein, oder kann auch ganz unterbleiben. Die

[1]) Naegeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, Heft I, pag. 110.

beiden Lateralstränge verlaufen ebenfalls durch ein Internodium, biegen am nächsten Knoten konvergierend aus und legen sich an die nämlichen Lateralstränge des letzteren an, mit denen sich die Schenkel des Medianstranges verzweigten. Der Querschnitt durch das Stengelinternodium zeigte daher 6 Stränge, welche die Spur des nächsten Blattpaares darstellen und von denen zwei gegenüberliegende deren Medianstränge, die übrigen aber die Lateralstränge sind. Die Axillarisäste haben auch in ihrem Basilarinternodium 6 Stränge, die sich beim Eintritt in den Stengel in zwei vereinigen, diese zwei setzen sich sogleich rechts und links an den Medianstrang des Tragblattes an. Medianstrang und Lateralstränge durchlaufen also den ersten Knoten und kommen im zweiten vollständig zur Verschmelzung.

Zu Clematis viticella siehe Fig. I; hiebei sind m_1 die Medianstränge und l_1 die Lateralstränge, die aus den opponierten Blättern in den Gefässbündelkreis eintreten; m und l sind die Medianstränge und Lateralstränge der, in den vorhergehenden Knoten eingetretenen Blätter; m_{11} und l_{11} sind die Resultate der aus den zwei Knoten eingetretenen Blattspurstränge.

Bei sämtlichen nun von mir untersuchten Arten war die Blattstellung diametral opponiert und die Stellung der Blattpaare rechtwinklig alternierend.

Clematis integrifolia.

Die Medianstränge liefen hier wie bei Clematis viticella durch den ersten Knoten, spalteten sich im zweiten in zwei Schenkel, die sich an die Lateralstränge der eintretenden Blattpaare anlegten. Bezüglich des Verhaltens der Lateralstränge trat hier eine Abweichung ein, indem diese, nachdem sie den ersten Knoten und das Internodium passiert hatten, sich im zweiten Knoten, wie die Medianstränge, in zwei Schenkel teilten, von

andere erst später, kurz vor Verlassen des Knotens, zuweilen sogar erst unterhalb des Knotens, sich mit dem einlaufenden Medianstrang und dem zwischen ihnen liegenden Strang des Axillarisastes vereinigte. — Besonders charakteristisch zeigte sich hier das Auftreten von Nebensträngen. Es wurde in einem Falle beobachtet, dass aus der Terminalknospe 6 Hauptstränge und 4 Nebenstränge ausliefen, die 4 Nebenstränge waren so gelagert, dass immer zwischen Medianstrang und Lateralstrang je ein Strang lief. Im nächsten Knoten, speciell im Momente des Eintritts der Blattspurstränge der beiden Tragblätter, waren diese Nebenstränge vollständig verschwunden, so dass in diesem Stadium nur die 6 Hauptstränge zu beobachten waren, die als zwei Gruppen auftraten, indem jeder Medianstrang des, in den vorhergehenden Knoten eingelaufenen Blattes mit seinen Lateralsträngen durch zahlreiche Anastomosen verbunden war und so mit diesen gewissermassen ein geschlossenes Ganzes bildete. Gleich darauf, beim Auseinanderweichen der sich bildenden zwei Schenkel der Median- und Lateralstränge blieb zwischen diesen beiden Schenkeln ein kleiner Nebenstrang stehen, der allmählich ansehnlicher wurde, wenn er auch die Stärke eines Hauptstranges nie erreichte, und bis zum nächsten Knoten weiterlief. Auf diese Weise traten in das nächste Internodium 6 Hauptstränge und zwischen diese gelagert 6 Nebenstränge aus. Im nächsten Knoten zeigte sich wieder ein Stadium, in welchem diese Nebenstränge vollständig verschwunden waren, in den tiefer stehenden Knoten jedoch waren zuerst allerdings nur einige, später jedoch alle 6 Nebenstränge durch den Verlauf des Knotens deutlicher zu beobachten. A. Meyer schreibt, dass diese Nebenstränge in Gestalt rundlicher Cambiumgruppen und dazugehöriger Basthalbmonde auftreten und dass erst später auf der Innenseite die Holzelemente erzeugt werden. Hiemit kann wohl das an-

denen der eine sich sogleich an den neben ihm liegenden Lateralstrang des einlaufenden Blattes anlegte, der fänglich vollständige Verschwinden dieser Nebenstränge erklärt werden, während sie in den unteren Knoten, wenn sich Xylem gebildet hat, deutlicher zu beobachten sind. Es wurde ferner konstatiert, dass diese Nebenbündel sich in den unteren Knoten wie die Hauptstränge in zwei Schenkel spalteten und sich an die, sie einschliessenden, stärkeren Schenkel der Lateral- resp. Medianstränge anlegten. Ein Verlaufen dieser Nebenstränge in die Blätter, wie A. Meyer beobachtet hat, konnte nicht bemerkt werden.

Bei einigen Exemplaren wurde konstatiert, dass bereits aus der Terminalknospe 6 Hauptstränge und 6 Nebenstränge ausliefen, nach Durchlaufen zahlreicher Knoten zeigte sich immer wieder dieselbe Zahl der Fibrovasalstränge, wie überhaupt die Zahl von 12 Bündeln im Allgemeinen nicht überschritten wurde, sondern durch die ganze Pflanze hindurch konstant blieb. Nur in einem einzigen Falle wurde beobachtet, dass zwischen den auseinanderweichenden Schenkeln der Medianstränge sich je zwei Nebenstränge gebildet hatten, was jedoch den allgemeinen Charakter des Gefässbündelverlaufes dieser Pflanze nicht änderte. Trotz Untersuchens zahlreicher Stengel dieser Art konnte dieses Auftreten zweier Nebenstränge zwischen zwei Hauptsträngen nur bei einem einzigen Exemplar konstatiert werden.

Clematis recta.

Der Verlauf der Gefässbündelstränge ist hier genau wie bei Clematis integrifolia. Das dem terminalen Blütenstiel vorausgehende Stengelglied zeigte auf dem Querschnitte nur 5 Fibrovasalstränge, indem von den 6 Strängen des obersten Blattpaares zwei seitlich sogleich miteinander verschmolzen waren. Naegeli erklärt

diese häufiger auftretende Erscheinung damit, dass die beiden obersten Blattpaare nicht diametral gegenübergestanden waren. Nach Verlassen des nächsten Knotens zeigten sich bereits 6 Gefässbündelstränge. Nebenstränge traten zuerst zwei auf, dann drei und schliesslich verliefen sechs im Stengel.

Bei

Clematis mongolica

vollzog sich der Verlauf der Gefässbündel wie bei Clematis viticella. Nebenstränge wurden im obersten Internodium zwei beobachtet, die im nächsten Knoten vollständig verschwunden waren; aus diesem Knoten jedoch traten vier aus, aus dem übernächsten wieder nur drei, erst in den untersten Internodien zeigten sich sechs, konstant bleibende Nebenstränge.

Diesen Beobachtungen schliesst sich

Clematis coccinea

vollständig an.

Atragene alpina und

Atragene sibirica

stimmen im Allgemeinen im Verlauf der Gefässbündel mit Clematis integrifolia überein, doch fehlen beiden Species die Nebenstränge vollständig. Es liefen in beiden Fällen aus der Terminalknospe 6 Stränge aus und blieb diese Zahl dieselbe bis zur Wurzel.

Eine weitere Verschiedenheit vom allgemeinen Clematistypus zeigte sich noch bezüglich der Einlagerung, der in den Knoten von beiden Seiten einlaufenden Gefässbündelstränge der Axillarisäste. Die Nebenorgane waren auch hier, wie bei den andern Clematisarten diametral opponiert und die, in einen Knoten eintretenden Axillarisäste sehr zahlreich, so dass der Knoten,

in welchem sie zusammenliefen, zu einem dicken Wulst ausgebildet war. Bis jetzt war der Eintritt der Gefässbündel aus den Basilarinternodien in den Stengel so beobachtet worden, dass die Stränge sich zu beiden Seiten des, aus dem Tragblatt in den Gefässbündelkreis der Hauptaxe eintretenden Medianstranges gruppiert hatten und diese beiden Gruppen allmählich zu je einem Strang verschmolzen waren, welcher dann vom Medianstrang vor dessen Eintritt in den Gefässbündelring des Hauptstengels aufgenommen worden war. Bei Atragene jedoch stellten sich die zahlreichen Gefässbündel (es traten beispielsweise von jeder Seite 12 Stränge ein) der Axillarisäste vor dem Eintreten der Blattspurstränge mit den Strängen des Hauptstengels in einen gemeinsamen Kreis und legten sich hierauf an die ihnen zunächst liegenden Stränge des Hauptstengels (es waren dies die Lateralstränge der vorigen Tragblätter) seitlich an. Nach dieser Verschmelzung trat zwischen jedem Medianstrang des, in den oberen Knoten eingetretenen, Blattpaares und seinen beiden Lateralsträngen eine sehr starke Anastomosierung ein, so dass, wie dies schon bei Clematis integrifolia beobachtet worden war, die drei Blattspurstränge jedes Blattes zusammenhängend waren. Durch das nun erfolgende Eintreten der Blattspurstränge wurden die einzelnen Stränge wieder von einander getrennt und trat nun die Spaltung und Verschmelzung der Stränge der, in den oberen Knoten eingetretenen, Tragblätter wie bei Clematis integrifolia ein.

Es lässt sich nun über den allgemeinen Charakter der Clematisarten Folgendes aufstellen: Die Blätter sind durchweg 3strängig. Median- und Lateralstränge gehen durch den ersten Knoten hindurch und kommen beide im zweiten zur Verschmelzung und zwar derart, dass sie sich entweder alle in je zwei Schenkel spalten, welche sich an die Blattspurstränge des, in den zweiten Knoten eintretenden, Tragblattes anlegen, wie dies bei

Clematis integrifolia der Fall ist, oder dass, wie bei Clematis viticella die Mediannstränge wie oben verschmelzen, die Lateralstränge sich jedoch direkt, ohne sich zu spalten, im zweiten Knoten sich an die Lateralstränge des eintretenden Blattes anlegen. Die Axillarisaststränge verschmelzen im Allgemeinen mit den Mediannsträngen ihrer Tragblätter und zwar vor dem Einlaufen derselben in den Gefässbündelring des Hauptstengels, nur bei Atragene werden diese Axillarisaststränge von den Strängen des Hauptstengels aufgenommen.

Bei der sich hier anschliessenden Gattung der Anemoneen zeigten sich in Bezug auf den Gefässbündelverlauf im Allgemeinen die gleichen Verhältnisse wie bei Clematis; die Blattspur ist vorwiegend dreisträngig, nur bei Anemona virginiana wurden neben dreisträngigen Blättern auch fünfsträngige gefunden. Die Blattspurstränge laufen durch den ersten Knoten, werden im zweiten in je zwei Schenkel gespalten und verschmelzen dann durch seitliche Anlegung derselben an die Blattspurstränge des, in diesen Knoten eintretenden Blattes.

Anemone pulsatilla.

Aus dem Hauptstengel liefen in den Knoten 24 Fibrovasalstränge ein, welche schon aus der Terminalknospe ausgetreten waren. Der Knoten wurde gebildet durch 8 zusammenlaufende Blätter, die kurz vor Eintritt in den Knoten zu einem, den Stengel umfassenden Blatt verwachsen waren. Die Stränge dieser 8 Blätter waren vor Einlaufen in den Gefässbündelkreis der Hauptaxe zu je dreien verschmolzen, so dass sich also zwischen die 24 Stränge des Hauptstengels $3 \times 8 = 24$ Blattspurstränge legten und zwar derart, dass immer ein Blattspurstrang zwischen 2 Stränge des Hauptgefässbündelcylinders zu liegen kam; letztere verzweigten sich in

zwei Schenkel, welche sich an die neben ihnen durchlaufenden Blattspurstränge anlegten, so dass sämtliche 24 Fibrovasalstränge, die in den Knoten eingelaufen waren, sich an die Blattspurstränge angelegt hatten und auf diese Weise wieder 24 Gefässbündel austraten, welche sich wieder an die Stränge des nächsten Blattes legten.

Anemone silvestris (Fig. III).

In den Knoten traten, aus der Terminalknospe kommend, 18 Gefässbündelstränge ein. Der Knoten selbst wurde gebildet von 3 Blättern mit je 3 Blattspursträngen, welche wie bei Anemona pulsatilla durch den Knoten liefen, und erst im nächstunteren sich in je zwei Schenkel teilten und verschmolzen. Von der oben besprochenen Pflanze zeigte sich insofern eine Verschiedenheit, als hier die Zahl der neueintretenden Blattspurstränge geringer war, sie daher nicht mit den Gefässbündeln des Hauptstengels alternierten, sondern immer zwei solche zwischen sich liegen hatten. Die letzteren verzweigten sich sämtlich in je zwei Schenkel und diese legten sich entweder an die neben ihnen liegenden Blattspurstränge oder wenn solche nicht vorhanden waren, liefen zwei Schenkel zusammen und traten als ein gemeinsamer Strang in den neu gebildeten Gefässbündelkreis ein. Auf diese Weise resultierten wieder 18 Fibrovasalstränge.

Anemone alpina (Fig. II).

Der Stengel des zu untersuchenden Exemplares war am Knoten von drei, an der Basis scheidenartig miteinander verwachsenen, Involukralblättern umgeben, welche zuerst zahlreiche Blattspurstränge führten, die jedoch beim Eintritt in den Gefässbündelring zu dreien

verschmolzen waren. In die Hauptaxe liefen aus der Terminalknospe 12 Gefässbündelstränge, zwischen welche also drei Blätter mit je drei Blattspursträngen eintraten.

Die Einlagerung der Gefässbündelstränge aus den Blättern geschah nun derart, dass zuerst die Lateralstränge und zuletzt die Medianstränge in den Gefässbündelkreis eintraten, alle die Blattspurstränge gingen durch den Knoten hindurch, ohne zu verschmelzen. Die Stränge des Hauptstengels, sowie diejenigen, die neben den Lateralsträngen ausserhalb der Blattspuren liegen, spalten sich im Knoten sämtlich in zwei Schenkel, welche ausbiegen und sich an die zunächst liegenden Blattspurstränge anlegen. Diejenigen Schenkel, neben welchen keine Blattspurstränge verlaufen, legen sich an die benachbarten Gefässbündel des Hauptstengels an. Ich konstatierte beispielsweise im Stengel 12 Stränge, zwischen welche im Knoten 9 Blattspurstränge eintraten und zwar so, dass die 6 Stränge von zwei Blättern in einer Reihenfolge miteinander zu liegen kamen, die 3 Stränge des dritten Blattes diesen opponiert lagen. Es liefen also einerseits neben den 3 Blattspursträngen dieses isoliert stehenden Blattes 2 Schenkel zweier geteilter Stränge des Hauptstengels zusammen, indem sie aus dem Knoten als ein gemeinsamer Strang austraten, auf der anderen Seite war ein Strang des Hauptstengels vollkommen unverschmolzen durch den Knoten verlaufen, an diesen legten sich von beiden Seiten die zwei Schenkel der ihn einschliessenden Stränge an, so dass aus dem Knoten 11 Gefässbündelstränge ausliefen, welche mit Ausnahme von zweien aus den Blattspursträngen gebildet waren.

Die Stengel, welche mir zur Untersuchung zur Verfügung standen, hatten sämtlich nur einen Blattansatz, so dass eine weitere Verschmelzung der Blattspurstränge nicht verfolgt werden konnte, jedoch lässt

sich aus den bisherigen Beobachtungen schliessen, dass im eventuellen nächstunteren Knoten die in den Knoten eintretenden Stränge sich mit den neu eintretenden Blattspursträngen vereinigen müssen.

Bei

Anemone virginiana (Fig. IV)

zeigte sich die Stellung der, in den Stengel einlaufenden Seitensprosse ungemein unregelmässig. Es liefen unter der Terminalknospe zwei opponierte Vorblätter ein, weiter unten wurde der Knoten gebildet durch 3 Axillarisäste, die durch je ein Tragblatt unterstützt waren. Die Seitenorgane waren teilweise auch diametral opponiert. Endlich zeigten sich auch Stengel mit schraubenständig angeordneten Seitenorganen.

Bei der Untersuchung zeigte sich, dass fast durchweg unterhalb jedes Knotens der Gefässbündelring um 2 Stränge mehr zählte, als oberhalb desselben. Eine Erklärung dieser Erscheinung zeigte sich schon bei der Untersuchung des von den Vorblättern gebildeten Knotens. Es liefen hier aus der Terminalknospe 11 Fibrovasalstränge ein, von den zwei Vorblättern schickte das eine 3, das andre hingegen 5 Blattspurstränge in den Gefässbündelkreis. Die 3 Stränge des einen Vorblattes legten sich nach der, bis jetzt bei den Anemoneen beobachteten, Weise in den Gefässbündelring des Hauptstengels ein, in dem die sie einschliessenden Hauptgefässbündel sich in je zwei Schenkel spalteten, die sich seitwärts an den Medianstrang und die Lateralstränge anlegten. Bei der Einlegung des 5strängigen Blattes zeigte sich nun eine Abweichung, indem die den Medianstrang einschliessenden Gefässbündel sich nicht, wie bisher, in zwei sich seitwärts verzweigende Schenkel spalteten, sondern indem sie, allerdings unter Abgabe seitlicher Abzweigungen, selbstständig dnrch den Knoten

hindurchliefen. Die beiden inneren Lateralstränge legten sich neben den Seitensträngen des Medianstranges ein, die beiden äusseren jedoch übergingen zwei Gefässbündel des Stengels. Es wurde also ein neuer Gefässbündelkreis gebildet aus den zwei Mediansträngen a und b, aus 6 Lateralsträngen c, d, e, f, g, h, aus 2 unverschmolzen aus dem oberen Stengelgliede durch den Knoten laufende Stränge i und k, und schliesslich aus den durch Zusammenlaufen je zweier Schenkel gebildeten Strängen l, m, n also aus 13 Strängen.

Die Axillarisaststränge wurden vor Eintritt der Mediansträngen in den Gefässbündelkreis von diesen aufgenommen.

Anemone ranunculoides.

Der Querschnitt des Hauptstengels zeigte oberhalb des Knotens 8 Stränge. Der Knoten wurde gebildet durch zwei opponierte Vorblätter, welche zuerst vielsträngig waren und in den Knoten 3strängig eintraten. Die Blattspurstränge legten sich zwischen die Stränge des Stengels ein, indem sie mit denselben alternierten, zwischen den Lateralsträngen des einen Blattes und den des andern jedoch lagen 2 Fibrovasalstränge des Stengels. Jeder dieser letzteren spaltete sich, wie alle andern aus den Stengeln stammende Stränge in zwei Schenkel, von denen jedoch zum Unterschied von den andern Schenkeln nur je einer sich seitlich an den Lateralstrang anlegte, der andere jedoch als selbstständiger Strang in den Gefässbündelring eintrat. Auf diese Weise liefen aus den Knoten 10 Fibrovasalstränge aus.

Bei den nun folgenden zwei Adonisarten zeigten sich verschiedene Abweichungen von dem bisher beobachteten Verlauf der Gefässbündel.

Adonis autumnalis.

Die Blattstellung war schraubenständig. Die Blattspur, zuerst 9strängig, schickte schliesslich drei Stränge in den Stengel. In dem der Terminalknospe vorausgehenden Knoten zeigte sich, dass die 3 Blattspurstränge sich einfach zwischen die Gefässbündel des Stengels legten, indem sie mit denselben alternierten, es war infolgedessen die Zahl der aus dem Knoten austretenden Fibrovasalstränge um 3 erhöht worden, doch wurde auch die Beobachtung gemacht, dass schon in diesem Knoten eine Verschmelzung eines Blattspurstranges mit einem benachbarten Strang des Stengels erfolgte, was jedoch wohl als abnorm zu betrachten ist. Die zuerst erwähnte Art des Eintritts der Blattspurstränge in den Stengel zeigte sich im allgemeinen durch die ganze Pflanze hindurch, doch wurde auch konstatiert, dass die beiden Lateralstränge gleich beim Eintritt in den Knoten mit den neben ihnen liegenden Strängen des Hauptstengels sich vereinigten, so dass in diesem Falle nach Verlassen des Knotens nur ein Fibrovasalstrang mehr gezählt wurde, als in den Knoten eingelaufen war. Bezüglich der Verschmelzung der Stränge der Seitenzweige wurde hier eine Verschiedenheit von der bisher beobachteten Art und Weise konstatiert. In den Basilarinternodien wurden durchschnittlich 12 Stränge gezählt, diese legten sich kreisförmig an den Gefässbündelring des Hauptstengels an, beide Kreise öffneten sich an der Berührungsstelle und wichen hier allmählich zurück, so dass nach einiger Zeit die Gefässbündel alle in einen gemeinsamen Kreis gestellt waren. Unterdessen trat zwischen die Axillarisaststränge der Medianstrang des Tragblattes so ein, dass er zu beiden Seiten je 6 Stränge des Axillarisastes liegen hatte. Hinter diesen schoben sich ziemlich in gleicher Höhe mit dem Medianstrang die Lateralstränge ein. Nun vereinigten sich die

Gruppen der Axillarisaststränge allmählich zu je zwei Strängen und diese legten sich einerseits an den Medianstrang und andrerseits an die Lateralstränge an. Die Zahl der im Stengel verlaufenden Fibrovasalstränge belief sich durchschnittlich auf 24.

Adonis vernalis.

Blattstellung schraubenständig. In den obersten Knoten, der aus einem Blatt gebildet wurde, liefen 8 aus der Terminalknospe auslaufende Fibrovasalstränge, zwischen welche, wie bei der vorigen Species 3 Blattspurstränge alternierend mit den Strängen des Stengels eintraten und unverschmolzen durch den Knoten hindurchliefen. In den unteren Knoten lief das Blatt 5strängig ein. Zuvor legte sich jedoch ein Nebenast an und zwar liefen in diesem 12 Gefässbündelstränge, von denen je 6 nebeneinanderliegende auseinanderwichen und allmählich zu je 3 verschmolzen. Nun liefen die Spurstränge des Tragblattes ein und zwar zuerst der Medianstrang, welcher sich zwischen die beiden, aus den Axillarisaststrängen gebildeten, Gruppen legte und hinter denselben die beiden inneren Lateralstränge; die zwei äusseren Lateralstränge übergingen je einen Strang des Hauptstengels. Hierauf nahm der Medianstrang die beiden ihn einschliessenden Stränge des Axillarisastes auf, die bei diesen entgegengesetzten äussersten legten sich an die inneren Lateralstränge an, während die mittleren durch den Knoten hindurchliefen. Die zwischen den Lateralsträngen liegenden Stränge der Hauptaxe spalteten sich in je zwei Schenkel, welche sich, ausbiegend, an die sie einschliessenden Lateralstränge, anlegten. Im Stengel verliefen durchschnittlich 30 Fibrovasalstränge.

Eine Verschmelzung der Stränge eines Tragblattes liess sich hier, sowie bei Adonis autumnalis im dritten

Knoten konstatieren und zwar immer mit den Strängen eines Axillarisastes.

Die Gattung Ranunculus hatte durchweg eine dreisträngige Blattspur, die Blattstellung war teils schraubenständig, teils alternierend. Die Axillarisaststränge entwickelten sich hier nicht, wie meistens, direkt aus den Blattspursträngen eines Tragblattes, sondern allgemein aus den Gefässbündeln der Hauptaxe. In der Regel trat eine Verschmelzung der beiden Lateralstränge schon im 1. Knoten des Medianstranges im nächsten resp. übernächsten je nach der Blattstellung ein, eine Ausnahme bildete Ranunculus montanus.

Ranunculus bulbosus. (Fig. IX.)

Die Blattstellung war alternierend, mit Ausnahme des obersten Knotens, der durch zwei opponierte Vorblätter gebildet war. Hier legten sich die zwei Medianstränge in den Gefässbündelring des Hauptstengels ein, die Lateralstränge wurden schon in diesem Knoten in je zwei Schenkel geteilt, die sich sogleich links und rechts an die Stränge des Hauptstengels anlegten. Es hatte sich demgemäss nach Verlassen des Knotens die Zahl der Fibrovasalstränge um zwei — die Medianstränge — vermehrt. An den Verschmelzungsstellen der Lateralstränge entwickelte sich eine sehr starke Anastomosierung.

Trat in die Hauptaxe ein Seitenast mit Tragblatt ein, so legten sich zuerst die Stränge des Axillarisastes mit denen des Hauptstengels zusammen (in der bei Ranunculus montanus näher beschriebenen Weise) ziemlich gleichzeitig traten die Lateralstränge ein, teilten sich und legten sich an die sie einschliessenden Stränge des Hauptstengels an. Zuletzt trat der Medianstrang

ein, der durch den Knoten hindurchlief und im nächsten Knoten zur Verschmelzung gelangte.

Übereinstimmend mit Ranunculus bulbosus zeigte sich der Gefässbündelverlauf im Stengel von

Ranunculus acer,
Ranunculus repens,
Ranunculus alpestris,
Ranunculus gouani.

Ranunculus arvensis zeigte im Allgemeinen wohl denselben Charakter, jedoch wurde beim Eintritt der Lateralstränge in den Gefässbündelring keine Spaltung derselben beobachtet, sondern sie legten sich direkt an den entsprechenden Strang des Hauptstengels an.

Ranunculus montanus. (Fig. X.)

Die Blattstellung war alternierend. Es zeigte sich, dass die Stränge des jungen Zweiges sich sämtlich mit der entsprechenden Anzahl der Gefässbündel des Hauptstengels vereinigten und die 3 Blattspurstränge des Tragblattes sich in den Gefässbündelring einlegten ohne zu verschmelzen, was erst in den unteren Knoten erfolgte. Zuerst erfolgte die Vereinigung der Gefässbündel der beiden Stengel. Auf dem Querschnitt des Seitenastes zeigten sich 7 Stränge, auf dem des Hauptstengels 11. Die Verschmelzung erfolgte derart, dass zuerst die zunächst liegenden Stränge sich durch Anastomosen mit einander verbanden und sich schliesslich vollständig vereinigten, hierauf die Vereinigung der von einander entfernter liegenden erfolgte. Es legten sich also zusammen nach Fig. X Strang a und h, b mit i; dann g mit s und c mit k; hierauf f mit r, d mit l und schliesslich e mit q. Es verschmolzen also auf dem Querschnittsbilde auf der einen Seite je 4, auf

der andern Seite je 3 Bündel miteinander. Zu erwähnen ist noch, dass der Strang s während der Vereinigung der beiden Gefässbündelringe sich in 2 Stränge s und s_1 spaltete, die sich jedoch bald vieder vereinigten. Die der Berührungsstelle der beiden Stengel opponierten Stränge m, n, s und p liefen unverändert durch die Knoten und kamen infolge der alternierenden Blattstellung im nächsten Knoten zur Verschmelzung.

Nachdem nun die Vereinigung der beiden Gefässbündelringe erfolgt war, begann auch das Tragblatt feine Stränge in den gemeinsamen Kreis der Gefässbündel einzuschicken und zwar legte sich das Blatt zuerst mit 6 Blattspursträngen an, die jedoch während des Verschmelzungsprozesses der Stengel sich paarweise zu dreien vereinigten und nun legte sich der Medianstrang an der Berührungsstelle des Stengels mit dem Blatte zwischen die Gefässbündel, die beiden Lateralstränge seitlich mit Übergehung je zweier Stränge ein, so dass zum Schlusse 14 Gefässbündel resultierten — 11 Gefässbündel des Stengels und 3 des Tragblattes —. Die Lateralstränge waren beim Eintritt in den Gefässbündelring durch Anastomosen mit den sie einschliessenden Strängen des Hauptstengels verbunden, so dass es schien, als ob sie sich dem allgemeinen Charakter der Ranunculusarten entsprechend verzweigen wollten, doch war es deutlich zu beobachten und bewies auch die Zahl der, aus den Knoten austretenden, Stränge, dass sie in diesem Knoten ihre Selbständigkeit bewahrten. Eine Verschmelzung der Blattspurstränge erfolgte erst nach Verlauf durch zwei Knoten im dritten.

Die Gattung der sich hier anschliessenden Thalictrumarten zeigte eine Blattstellung, die durch sehr unregelmässige Anordnung bald opponiert, bald in drei Quirle gestellt erschien, die im Allgemeinen jedoch

schraubenförmig war. Im Allgemeinen zeigen sich hier bezüglich des Gefässbündelverlaufes grosse Unregelmässigkeiten und will ich deshalb zuerst eine Species behandeln, die mit den bisher untersuchten Pflanzen an meisten übereinstimmt.

Thalictrum pyrrhocarpum.

Die Blattspur war in der ganzen Pflanze fünfsträngig. In den obersten Knoten liefen aus dem Blatt 5 Stränge ein, die sich zwischen die Stränge des Hauptstengels einlegten, ohne zu verschmelzen. Weiter unten, wo zwischen Hauptstengel und Blatt sich ein Seitenast einlegte, war zu beobachten, dass die Stränge des Axillarisastes zu zweien verschmolzen, welche den Medianstrang einschlossen und in gleicher Höhe mit diesem in den Gefässbündelring des Hauptstengels eintraten. Erst hier legten sie sich an die, neben ihnen liegenden, Stränge des Hauptstengels an, hinter welchen die inneren Lateralstränge unverschmolzen durch den Knoten liefen; nach Übergehung eines weiteren Gefässbündelstranges traten die äussersten Lateralstränge ein. Eine Verschmelzung fand hier nur zwischen den inneren Lateralsträngen und den Gefässbündeln des Axillarisastes statt. Auf diese Weise erfolgte im Knoten eine Vermehrung der Fibrovasalstränge um 8.

Auffallend war hier noch das allmählich zu verfolgende Verschwinden einzelner Gefässbündelstränge.

Eine teilweise Verschmelzung der Stränge eines Blattes wurde im 5. Knoten konstatiert.

Die nun folgenden Species waren von besonderem Interesse wegen des Vorkommens markständiger Gefässbündel. De Bary erklärt das Auftreten markständiger Gefässbündel bedingt durch zwei Möglichkeiten, entweder durch radialschiefen Verlauf der Blattspurstränge oder durch Auftreten stammeigener Stränge neben den

zum typischen Ring geordneten. Stammeigene Gefässbündel konnten nun bei den von mir untersuchten Arten in keinem Falle gefunden werden, vielmehr zeigte sich bei allen Arten, dass die markständigen Stränge nur durch den Eintritt der Blattspurstränge in den Gefässbündelkreis der Hauptstengels entstanden waren und zwar wurden hier zwei verschiedene Arten der Entstehung markständiger Gefässbündel beobachtet.

Als Typus der ersten Art, die als Übergang von der normalen Anordnung der Fibrovasalstränge zur anormalen angesehen werden dürfte, will ich zuerst

Thalictrum elatum

behandeln. Es zeigten sich hier auf den Querschnitt 2 Gefässbündelringe ineinandergestellt, dieselben lagen so, dass die Stränge der einzelnen Ringe immer miteinander alternierten. In den Internodien war der innere Ring immer mehr nach der Peripherie des äusseren zugeschoben, und war, besonders in den jüngeren Stengelteilen, auf den ersten Blick ein markständiger Gefässbündelring überhaupt nicht deutlich zu erkennen. Beim Eintritt in die Knoten und auch in den tiefer stehenden Internodien war der markständige Gefässbündelkreis deutlicher abgegrenzt.

Wie bei den andern Thalictrumarten lief das Blatt in den oberen Teil des Stengels dreisträngig, in den unteren mehrsträngig ein (es wurden bis zu 13 Blattspurstränge gezählt). Der Gefässbündelring des Axillarisastes wurde durch den Medianstrang halbiert und es verschmolzen die so entstehenden zwei Gruppen zu je einem Gefässbündelstrang, welche beiderseits des Medianstranges durch die Knoten hindurchliefen. Neben ihnen traten die Lateralstränge ein und wo das Blatt mehrsträngig war, alterierten die Blattspurstränge mit den Strängen des Hauptstengels. Beim Eintritt der Stränge

aus den Blättern in höher stehende Knoten, wo die ersten markständigen Gefässbündel gebildet wurden, wurde deutlich beobachtet, dass die Blattspurstränge direkt auf einen Strang des Hauptstengels zuliefen und denselben über die Peripherie des normalen Gefässbündelringes hinaus in das Mark schoben, dort sich mit ihm vereinigten und als markständige Gefässbündel weiter verliefen. Auch war zu beobachten — und zwar in tiefer stehenden Knoten, wo die Stränge sehr zahlreich waren und dicht nebeneinander standen — dass die Blattspurstränge in den Gefässbündelring der Hauptaxe eintraten, indem sie die vor ihnen liegenden Stränge in das Mark schoben, eine Verschmelzung mit diesen fand dann erst weiter unten, eventuell im nächsten Knoten statt.

Ein Zusammenlaufen von markständigen Gefässbündeln unter sich war nicht zu beobachten, doch fanden fortwährend Vereinigungen zwischen Gefässbündeln des Haupstengels und Blattspursträngen statt, deren Resultate dann markständig verliefen. Es war mir leider nicht möglich eine bestimmte Reihenfolge der Verschmelzung zu konstatieren, besonders da diese Verschmelzungen nicht nur in den Knoten, sondern auch in den Internodien auftraten. Es ist noch zu bemerken, dass nicht bei sämtlichen Blattspursträngen eine Vereinigung beobachtet werden konnte, sondern nur immer bei vereinzelten, hiedurch trat naturgemäss in jedem Knoten eine Vermehrung der Fibrovasalstränge ein, und wurden in tiefer stehenden Stengelteilen bis zu 90 gezählt.

Übereinstimmend mit diesem Gefässbündelverlauf zeigte sich derselbe noch im Stengel von

Thalictrum aquilegifolium,

Thalictrum simplex,

Thalictrum glaucum,
Thalictrum foetidum.

Für die zweite Art der Entstehung markständiger Gefässbündel war besonders charakteristisch der Gefässbündelverlauf bei

Thalictrum minus.

Die Blätter traten hier zuweilen in 3 Quirlen ein. Die Blattspuren waren in den oberen Knoten dreisträngig, stengelabwärts nahm die Zahl und die Grösse der Blattspurstränge zu, so dass schliesslich bis zu 13 in den Gefässbündelkreis eintretende Stränge gezählt wurden, von denen besonders die mittleren ungewöhnlich gross waren. Die Verschmelzung der Stränge der Nebenäste geschah derart, dass der Gefässbündelring des Axillarisastes durch den Medianstrang in zwei Gruppen halbiert wurde, von welcher jede allmählich zu je drei Strängen zusammenlief. Diese 6 Stränge traten in den Gefässbündelring des Stengels ein und liefen durch den Knoten. Dicht hinter ihnen traten die Lateralstränge ein; wurde die Blattspur später mehrsträngig, so alternierten die Stränge des Blattes mit denen der Hauptaxe. Eine Verschmelzung fand hier überhaupt nicht statt. Infolge des Durchlaufens sämtlicher Foliärstränge durch die Knoten, wurden in den unteren Stengelteilen die Fibrovasalstränge sehr zahlreich und standen dicht gedrängt nebeneinander. In diesem Stadium nun legten sich die Blattspurstränge in das Mark ein. Es war hier deutlich zu beobachten, wie die Foliarstränge durch den Kreis der Gefässbündelstränge hindurchliefen, die Stränge des normalen Gefässbündelkreises gingen etwas auseinander und legten sich, nachdem die Blattspurstränge, die hiebei etwas schmäler und länger wurden, durchpassiert waren, wieder zusammen. Durch das succesive Eintreten mehrerer

Blätter wurde allmählich ein zweiter, später auch ein dritter Gefässbündelring gebildet, die vollständig im Mark lagen. In den Internodien wurden wie bei der vorherbesprochenen Art die markständigen Gefässbündel etwas nach der Peripherie des regulären Gefässbündelringes zurückgedrängt.

Verschmelzungen traten in den oberen Stengelpartieen, in welchen nur Blätter einliefen, selten ein und nur in den Internodien. Weiter unten, wo die Blätter mehrsträngig und noch Seitenzweige einliefen, zeigten sich Verschmelzungen häufiger in den Knoten, am häufigsten, wenn die Seitenorgane quirlig oder opponiert eingetreten waren. In einem Knoten des oberen Stengels, in welchem die ersten Blattspurstränge markständig wurden, wurde beispielsweise beobachtet, dass bei Eintritt eines 7strängigen Blattes nur zwei Bündel sich zusammenlegten; es traten in den Knoten ein 20 Stränge des Hauptstengels, ferner aus den Seitenorganen 7 Foliarstränge und 8 Axillarisaststränge und liefen aus diesem Knoten 32 Gefässbündelstränge aus.

Thalictrum flavum.

Die Blätter legten sich in den oberen Stengelteilen mit 3 Strängen ein, in den unteren steigerte sich die Zahl, die Einfügung dieser Blattspurstränge geschieht wie bei Thalictrum minus und traten die markständigen Gefässbündel auch unter denselben Umständen auf. Die Gefässbündel der Axillarisäste verschmelzen zu zwei den Medianstrang einschliessenden Strängen. Hinter diesen lag auf dem Querschnitt je ein Gefässbündel des Hauptstengels, das sich in zwei Schenkel teilte, von denen der eine sich an den Axillaristrang, der andere auf der entgegengesetzten Seite an den neben ihm einlaufenden Lateralstrang anlegte. Die übrigen Lateralstränge legten sich alternierend mit den Strängen des Hauptstengels ein, die letzteren spalteten sich und legten sich seitwärts an.

Der Gefässbündelverlauf stimmte bei

Thalictrum tryginum,

Thalictrum sqarrosum,

Thalictrum angustifolium,

Thalictrum major Jacq.

vollständig mit Thalictrum minus überein.

Anastomosen konnten bei dieser Gattung überhaupt nicht gefunden werden.

Helleboreae

Caltha palustris. (Fig. V.)

Die Blätter sind am Stengel schraubenartig angeordnet. Die Blattspur ist durch die ganze Pflanze hindurch dreisträngig.

In den obersten Knoten liefen aus dem Hauptstengel 12 Gefässbündel, aus dem Axillarisast 11, welch letztere sich beim Eintritt des, aus dem Tragblatt kommenden, Medianstranges in zwei Gruppen teilten und dann mit den neben ihnen liegenden Strängen des Hauptstengels zusammenliefen. Die Lateralstränge übergingen beiderseits diese, sowie die nächsten Stränge des Hauptstengels und liefen wie der Medianstrang durch die Knoten, wodurch die Zahl der Fibrovasalstränge um 3 vermehrt wurde.

Auffallend war hier die überaus starke Anastomosierung zwischen den Strängen des Hauptstengels, an den sich die Axillarisaststränge anlegten, und den ihnen zunächstliegenden Gefässbündeln.

Der Medianstrang lief durch 3 Knoten und vereinigte sich im vierten mit der einen Hälfte der eintretenden Stränge des Nebenastes, an die andere Hälfte legte sich ein Lateralstrang des Tragblattes, welches 3 Knoten höher eingetreten war.

Trollius europaeus.

Blattstellung schraubenständig. Die Blattspur lief zuerst mit 3, dann mit 5 und zuletzt mit 7 Strängen in den Stengel ein. Im höchststehenden Knoten, der nur durch ein Blatt gebildet wurde, legten sich die Blattspurstränge in den Gefässbündelring des Stengels so ein, dass auf der einen Seite zwischen Medianstrang und Lateralstrang eingeschlossen, zwei auf der andern Seite, drei Stränge der Hauptaxe lagen. Der nächste Knoten wurde ebenfalls nur durch ein Blatt gebildet, welches 5 Blattspurstränge hatte, zwischen welchen immer 2 Stränge des Hauptstengels lagen. In den dritten Knoten lief ein Seitenzweig und das Tragblatt ein, letzteres mit 7 Foliarsträngen. Es traten aus den Hauptstengel 28 Fibrovasalstränge in den Knoten ein, aus dem Seitenzweig 18. Nun legten sich zuerst diese Stränge dieser beiden Stengel zusammen in einen gemeinsamen Kreis, der anfangs 46 Stränge zählte, die durch Verschmelzung mehrerer Gefässbündel an der Berührungsstelle zu 25 reduziert wurden. Erst jetzt traten die 7 Blattspurstränge ein, zuerst der Medianstrang zwischen die Stränge des Axillarisastes und dann hinter diese die innersten Lateralstränge, die übrigen Lateralstränge übergingen 2, 3 auch 4 Stränge des Hauptstengels.

Die erste Verschmelzung der Foliarstränge eines Blattes wurde im dritten Knoten zwischen einem Lateralstrang und mehreren Axillarisaststränge konstatiert.

Helleborus viridis.

Die Blattstellung war schraubenständig, die Blattspur durchweg dreisträngig. Der oberste Knoten wurde von zwei nicht gleichmässig opponierten Seitenzweigen, welche von je einem Tragblatt gestützt waren, gebildet. Es traten aus dem Terminalspross in den Knoten

6 Fibrovasalstränge ein, welche sich beim Eintritt der Seitenäste zu zwei sich gegenüberliegenden Strängen vereinigt hatten. Die Stränge der Seitenäste verschmolzen ebenfalls zu je zwei, zu beiden Seiten des Medianstranges und in gleicher Höhe mit diesem, in den Gefässbündelring der Hauptaxe eintretenden Strängen, direkt hinter diesen traten die Lateralstränge ein. Infolge ungleichseitigen Wachstums war der eine Strang des Hauptstengels mit einem Lateralstrang verwachsen, so dass nur ein Strang des Hauptstengels durch den Knoten lief.

Im nächsten Knoten trat nur ein Seitenast mit Tragblatt ein, hier legten sich nun die Stränge des Seitenastes mit denen der Hauptaxe in einen gemeinsamen Kreis zusammen, die nebeneinanderliegenden äussersten Stränge der beiden Äste vereinigten sich miteinander und hinter diesen liefen die Lateralstränge ein, auffallender Weise erfolgte der Eintritt des Medianstranges hier zuletzt.

Die Verschmelzung des Medianstranges eines Tragblattes erfolgte im dritten Knoten mit Strängen des Axillarisastes.

Bei

Helleborus intermedius

war Blattstellung wie oben schraubenständig mit Blattspur dreisträngig. Die aus den Seitenzweigen kommenden Stränge liefen zu beiden Seiten des Medianstranges durch den Knoten, nachdem sie zu je einem gemeinsamen Strang zusammengetreten waren, noch vor Verlassen des Knotens jedoch lief dieser Strang wieder in gleichviel Stränge, als oben zusammengelaufen waren, auseinander. Hinter diesen traten, und zwar nach Einlegung des Medianstranges, die Lateralstränge ein.

Bei den nun folgenden Nigellaarten traten besondere Eigenschaften in Bezug auf die Verschmelzung der aus den Seitenzweigen eintretenden Stränge und im Verhalten der Foliarstränge speciell bei Nigella arvensis auf.

Nigella damascena.

Aus dem Hauptstengel liefen in den, aus Seitenzweig und Tragblatt gebildeten, Knoten 12 Stränge ein, aus dem Seitenast 6, aus dem Tragblatt 3 Stränge. Die Stränge des Axillarisastes teilten sich in zwei Gruppen von je 3 Strängen, zwischen welchen der Medianstrang des Blattes hindurchlief, unterdessen verschmolzen die Stränge der 2 Gruppen zu je einem Strang, der zu beiden Seiten des Medianstranges in den Gefässbündelring des Hauptstengels eintrat.

Im nächsten Knoten liefen die zwei Axillarisaststränge beim Eintritt in den Gefässbündelring direkt mit den sie einschliessenden Strängen des Hauptstengels zusammen, was insofern bemerkenswert ist, als gewöhnlich die Axillarisaststränge sich mit den Medianstrang vereinigen.

Im dritten Knoten legten sich die Lateralstränge mit Übergehung zweier Stränge des Hauptstengels, vom Medianstrang aus, ein. In noch tiefer stehenden Knoten traten die Axillarisaststränge zuerst frei in den Gefässbündelring ein und erst später ging die Vereinigung der Stränge vor sich.

Bezüglich der Verschmelzung der Blattspurstränge wurde konstatiert, dass im dritten Knoten ein Lateralstrang und im fünften der Medianstrang sich anlegte.

Unter ganz abnormen Verhältnissen erfolgte der Eintritt der Blattspurstränge und der Axillarisaststränge bei

Nigella arvensis. (Fig. VI.)

Die Blattspur war hier zuerst dreisträngig, jedoch vereinigten sich die 3 Blattspurstränge vor Eintritt in den Gefässbündelring des Hauptstengels zu einem einzigen Strang, der durch den Knoten lief. Je drei zu beiden Seiten dieses Foliarstranges liegende Stränge des Hauptstengels vereinigten sich zu einem gemeinsamen Strang. Im nächstfolgenden Knoten, wo ein Seitenast mit Tragblatt eintrat, erfolgte vor Eintritt in den Gefässbündelring des Stengels eine Vereinigung der Foliarstränge mit den Axillarisaststrängen und zwar waren letztere zwischen Medianstrang und Lateralstränge gelagert, mit welchen sie dann wie oben als ein gemeinsamer Strang durch den Knoten liefen. (Fig. VI.) Eine Verschmelzung dieses einen Foliarstranges konnte überhaupt nicht konstatiert werden. Je drei, zu beiden Seiten dieses liegende Gefässbündel des Hauptstengels legten sich wie im oberen Knoten zu einem gemeinsamen Strang, dieser trennte sich jedoch bald wieder in die ursprünglichen drei Stränge.

Nigella sativa.

In den obersten Knoten, der nur von einem Blatt gebildet war, erfolgte der Eintritt der Foliarstränge wie bei Nigella arvensis unter Verschmelzung der 3 Blattspurstränge zu einem gemeinsamen. In Knoten jedoch, die durch Eintritt eines Seitenzweiges mit Tragblatt entstanden waren, traten die Stränge der Seitenorgane wieder in normaler Weise ein und zwar legte sich der Medianstrang in den Gefässbündelring ein, und zu beiden Seiten desselben, die Axillarisaststränge, welche dann mit den sie einschliessenden Strängen des Hauptstengels sich zusammenlegten. Nach Übergehung des nächsten Stranges liefen die Lateralstränge ein, welche mit den

beiden sie einschliessenden Gefässbündeln des Hauptstengels zusammentraten, so dass beim Verlassen des Knotens immer ein Strang weniger gezählt wurde, als oben eingelaufen war. Diese Entwicklung der Fibrovasalstränge zeigte sich mit Ausnahme des obersten Knotens durch die ganze Pflanze hindurch.

Verhältnismässig einfach und gleichmässig zeigte sich der Verlauf der Gefässbündel bei den Aquilegiaarten.

Aquilegia stellata.

Der oberste Knoten wurde aus einem Seitenzweig mit Tragblatt gebildet. Die Blattspur war hier dreisträngig. Die Axillarisaststränge verschmolzen wie gewöhnlich zu je zwei den Medianstrang einschliessenden Strängen und traten in gleicher Höhe mit diesem in den Gefässbündelring des Hauptstengels ein, dort legten sie sich mit den neben ihnen liegenden Strängen desselben zusammen. Hinter diesen bogen die Lateralstränge ein und liefen unverschmolzen durch den Knoten, so dass sich die Zahl der Gefässbündel um 3 vermehrte. Weiter unten trat das Blatt fünfsträngig ein und zwar unter denselben Verhältnissen wie oben, die Lateralstränge alternierten mit den Strängen des Hauptstengels.

Bei

Aquilegia pyramidalis

war die Blattspur durchgehend dreisträngig. Durch den obersten Knoten liefen die 3 Blattspurstränge und 2 Axillarisaststränge hindurch, ebenso durch den nächsten Knoten, wo jedoch 2 hinter den Lateralsträngen verlaufende Stränge des Hauptstengels sich zu einem

vereinigten. Im dritten Knoten war der Verlauf wieder vollständig normal, die zwei Axillarisaststränge vereinigten sich, den Medianstrang einschliessend, mit den neben ihnen liegenden Strängen des Hauptstengels.

Die Delphiniumarten zeigten wie alle Pflanzen, in deren Stengel eine grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen auftritt, verschiedene Abweichungen vom allgemeinen Gefässbündelverlauf. Ich will hier zuerst diejenigen Species behandeln, bei denen der Verlauf am einfachsten erfolgt. Die Blattstellung war bei sämtlichen Arten schraubenständig, die Blattspur durchweg dreisträngig.

Delphinium consolida.

Die drei Blattspurstränge und sechs von ihnen eingeschlossene Axillarisaststränge liefen durch den obersten Knoten unverschmolzen durch. In tiefer stehenden Knoten lief der Medianstrang ebenfalls durch — er kam erst im vierten Knoten zur Verschmelzung und zwar mit einem Lateralstrang des dort eintretenden Blattes — ebenso die Stränge des Seitenastes, die hier jedoch wieder zu 2, den Medianstrang einschliessenden, verschmolzen waren. Die Lateralstränge legten sich schon im ersten Knoten mit den neben ihnen liegenden Strängen des Hauptstengels zusammen, wobei sie, sowie die Mediansträngе auf dem Querschnitte durch besonderen Umfang auffielen.

Delphinium Ajacis.

Durch den obersten Knoten lief der Medianstrang und zu beiden Seiten dieses je 3 Axillarisastsränge, die neben den letzteren verlaufenden Stränge des Hauptstengels liefen mit den, sie einschliessenden, Lateral-

strängen zusammen. In den unteren Knoten verlief der Medianstrang wie oben, jede Gruppe der Axillarisaststränge verschmolz jedoch hier zu je einem durch den Knoten laufenden Strang. Die Lateralstränge übergingen zwei Stränge des Hauptstengels und legten sich in den Gefässbündelring ein, indem sie die, sie einschliessenden Stränge, beiderseits aufnahmen; von den letzteren trennte sich je ein Teilchen ab, das dann als eine Art Nebenstrang eine Zeitlang im Stengel selbständig weiterlief, bis es sich dann allmählich an den äusseren Strang anlegte. Es dürfte diese Art wohl als Übergang zu

Delphinium grandiflorum

zu betrachten sein. Der Medianstrang des Tragblattes lief in den Gefässbündelkreis des Hauptstengels ein, er wurde eingeschlossen von je einem aus den Axillarisaststrängen entstandenen Strang. In zwei neben diesen liegende Gefässbündel des Hauptstengels vereinigten sich und daneben liefen die Lateralstränge ein. Diese Art des Gefässbündelverlaufs trat jedoch nur in den obersten Knoten auf. Weiter unten nach dem sich mehrere Seitenorgane angelegt hatten, zeigte der Querschnitt des Stengels eine sehr grosse Zahl von Fibrovasalsträngen, es wurden beispielsweise im 5. Knoten schon 56 Stränge gezählt, und legten sich nun die Blattspurstränge, in den Kreis dichtgedrängter Fibrovasalstränge ganz verschieden von der bisher beobachteten Art und Weise ein.

Die Axillarisaststränge verschmolzen zu 6 Strängen, die zu je dreien den Medianstrang einschliessend, in den Gefässbündelring des Hauptstengels eintraten. Neben diesen verlief je ein Strang des Hauptstengels und hinter diesen traten die Lateralstränge ein. Die 3 Blattspurstränge liefen hiebei direkt auf einen vor ihnen liegenden Strang des Hauptstengels zu, der sich in

zwei Schenkel spaltete, zwischen welchen hindurch sich der Blattspurstrang einschob. Die zwei Schenkel liefen eine Zeitlang selbständig durch den Stengel abwärts, bis der zwischen ihnen liegende Blattspurstrang wieder von einem neu eintretenden Strang eines Tragblattes gespalten wurde, was gewöhnlich im fünften Knoten erfolgte; in diesem Momente legten sich die Schenkel, seitwärts ausbiegend, an die sie einschliessenden Stränge des Hauptstammes an. Infolgedessen zeigte ein, in den unteren Stengelteilen angebrachter Querschnitt ein System von grösseren Fibrovasalsträngen, welche gewöhnlich mit weniger umfangreichen Strängen alternierten.

Delphinium montanum.

Hier legten sich die Lateralstränge wie bei Delphinium grandiflorum in den Gefässbündelring des Stengels ein, die Medianstränge traten jedoch einfach zwischen die Gefässbündel des Hauptstengels, ohne dass die letzteren sich spalteten. Die Stränge des Axillarisastes waren zu zwei, den Medianstrang einschliessenden Gefässbündeln verschmolzen und legten sich an die zunächstliegenden Bündel des Hauptstengels an.

Delphinium Requieni

zeigte aussergewöhnlich zahlreiche Fibrovasalstränge. Die Einlegung der 3 Blattspurstränge erfolgte auf dieselbe Weise wie bei Delph. grandiflor. Die Axillarisaststränge legten sich zu je drei beiderseits des Medianstranges in den Gefässbündelkreis des Hauptstengels und verschmolzen erst hier zu je einem Bündel, hinter welchem je ein Schenkel des vom Medianstrang gespaltenen Stranges des Hauptstengels lag. In den unteren Stengelteilen, wo die Fibrovasalstränge sehr gedrängt standen — es wurden bis zu 90 gezählt —

wurden die eintretenden Blattspurstränge über die Peripherie des Gefässbündelringes hinaus in das Mark geschoben, wo sie dann weiter abwärts liefen. So wurden bei dieser Species in unteren Stengelteilen zahlreiche markständige Gefässbündel, die sich wie bei Thalictrum elatum gebildet hatten, konstatiert.

Bei den nun folgenden Aconitumarten war die Blattstellung wie bei Delphinium schraubenständig, die Blattspur durchweg dreisträngig.

Beim Eintritt der Blattspurstränge in den Stengel zeigte sich bezüglich der Lateralstränge bei

Aconitum Napellus (Fig. VIII.)

Übereinstimmung mit Delphinium grandiflorum, doch wurde dies sonst bei dieser Gattung nicht wieder beobachtet. In den jungen Knoten liefen die Blattspurstränge durch den Knoten hindurch, die Axillarisaststränge verschmolzen zu 2 den Medianstrang einschliessenden und legten sich im ersten Knoten an die neben ihnen verlaufenden Stränge des Hauptstengels. In den unteren Knoten, wo die Stränge zahlreicher waren, fand eine häufigere Verschmelzung der Stränge statt. Der Medianstrang lief in den Knoten ein, die Axillarisstränge legten sich zuweilen schon im ersten Knoten, häufiger jedoch erst in späteren Knoten an den Medianstrang an. Neben den nächsten Strängen des Hauptstengels bogen nun die Lateralstränge ein, spalteten genau wie bei Delph. grandifl. die vor ihnen liegenden Stränge in zwei Schenkel und legten sich an deren Stelle. Die beiden Schenkel bogen links und rechts aus und legten sich nach Verlauf durch mehrere Knoten und Internodien — die erste Verschmelzung wurde im 6. Knoten konstatiert — an die sie einschliessenden Stränge an. Die Durchschnitts-

zahl, der in der Pflanze verlaufenden Fibrovasalstränge war 35.

Aconitum acuminatum.

Hier liefen wie bei allen Aconitumarten Median- und Lateralstränge durch mehrere Knoten hindurch und verschmolzen erst im Knoten entweder mit den Axillarisaststrängen oder mit den Strängen des Hauptstengels. Die Lateralstränge legten sich beim Eintritt in den Gefässbündelkreis mit mehreren Strängen zusammen, es wurden 2,3 auch 4 Stränge gezählt, welche sich zu einem gemeinsamen Strang vereinigten. Die Stränge des Axillarisastes legten sich nicht wie bei Aconit. Napellus an den Medianstrang an, sondern bogen seitwärts aus und liefen mit den sie einschliessenden Strängen des Hauptstengels zusammen.

Aconitum eminens

stimmte mit Aconit. acuminatum genau überein.

Aconitum neubergense.

Der Gefässbündelverlauf war im Allgemeinen wie bei Aconit. acuminatum. Zwischen den Axillarisaststrängen und den Lateralsträngen lagen 2, auch 3 Stränge des Hauptstengels, welche zu je einem zusammenliefen.

Hiemit waren übereinstimmend:

Aconitum Stoerkianum,
Aconitum pyramidale,
Aconitum variegatum,
Aconitum paniculatum.

Aconitum koelleanum

zeigte verschiedene Unregelmässigkeiten, was wohl durch die ungleichzeitige Einlagerung des Blattes hervorgerufen wurde.

Der Medianstrang lief durch den oberen Knoten, die beiden Axillarisaststränge legten sich an die sie

einschliessenden Stränge des Hauptstengels. Die Lateralstränge übergingen diesen und noch einen Strang und traten in den Kreis ein, indem sie sich mit den zu beiden Seiten liegenden Strängen vereinigten. Weiter unten lief der Axillarisstrang der einen Seite frei durch den Knoten, der andere verschmolz gleich beim Eintritt in den Gefässbündelring mit dem neben ihm liegenden Strang des Hauptstengels. Die Lateralstränge liefen durch den Knoten. Im dritten Knoten fand entsprechend der Einlagerung in der oberen eine weitere Ungleichmässigkeit statt, indem der Lateralstrang auf der einen Seite nur einen Strang, auf der andern jedoch 3 Stränge beim Einlegen überging. Auf der ersten Seite legte sich der Axillarisaststrang an den, neben ihm liegenden Strang, auf der anderen Seite verschmolzen die 3 eingeschlossenen Stränge zu einem gemeinsamen.

Paeonieae.

Bei den Paeonieen war sowohl die Zahl der Blattspurstränge, als auch die Art der Einlagerung derselben in den Gefässbündelring eine sehr verschiedene.

Paeonia officinalis.

Durch den oberen Knoten lief die Blattspur 5strängig. Zuerst trat der Medianstrang ein, zu beiden Seiten desselben in gleicher Höhe 2 Axillarisaststränge, sodann bogen die beiden äusseren Lateralstränge und zuletzt die zwei inneren ein und liefen wie der Medianstrang durch den Knoten. Im nächsten Knoten wurden 6 Blattspurstränge konstatiert, von denen einer der inneren Lateralstränge, während des Passierens des Knotens, ausserhalb des Gefässbündelringes stehen blieb und erst ungefähr in der Mitte des nächsten Internodiums in das-

selbe einbog. Es wurde beobachtet, dass solche Gefässbündel bis zu Beginn des nächsten Knotens „rindenständig“ blieben, in keinem Falle jedoch konnte nachgewiesen werden, dass ein Blattspurstrang länger oder eventuell gar durch den ganzen Stengel ausserhalb des Gefässbündelkreises stehen blieb.

Es ist noch zu erwähnen, dass immer nur ein rindenständiger Gefässbündel beobachtet wurde und dass dieses dann, zum Unterschied von den anderen Strängen immer konzentrisch war, indem es innen das Xylem liegen hatte, welches kreisförmig von Phloem umgeben war. Beim Einlegen in den Gefässbündelkreis öffnete es sich an der, diesem zugekehrten Seite und legte sich auseinander. — In jedem der untersuchten Exemplare von Paeonia officinalis zeigten sich solche rindenständige Bündel, sonst konnten sie jedoch in keiner einzigen Species von Paeonia konstatiert werden.

Hier ist noch beizufügen, dass zwischen den Lateralsträngen vor Eintritt in den Gefässbündelring eine sehr starke Anastomosierung zu beobachten war, bei welcher jedoch das rindenständige Bündel nicht beteiligt war.

Paeonia corallina

und hiemit vollständig übereinstimmend:

Paeonia albiflora.

Die Blattspur war in den oberen Knoten 3strängig. Zuerst traten die Lateralstränge in den Gefässbündelkreis ein, erst weiter unten ziemlich tief im Knoten der Medianstrang. Letzterer, sowie ein Lateralstrang liefen durch den Knoten, der andere Lateralstrang lief mit einem Strang des Hauptstengels zusammen. Durch den nächsten Knoten, in welchen das Blatt ebenfalls 3strängig trat, liefen alle 3 Blattspurstränge.

Im dritten Knoten trat das Blatt mit 5 Blattspursträngen ein, zuerst die äussersten 2 Lateralstränge,

dann die beiden innern und ganz zuletzt ziemlich weit unten der Medianstrang. Zwischen den Lateralsträngen fand auch hier eine starke Anastomosierung statt.

Paeonia tenuifolia.

Die Blattspur lief in den Knoten durchweg 5strängig ein. Sonst war der Gefässbündelverlauf wie bei Paeonia officinalis.

Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Reess für die Anregung zu der Arbeit, sowie für die Unterstützung bei der Ausführung der Untersuchungen meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

Herrn Dr. Becker bin ich gleichfalls für seine überaus freundliche Unterstützung sehr zu Dank verpflichtet.

Erlangen, im Februar 1895.

Hermann Ziegler.

Lebenslauf.

Ich wurde am 18. Februar 1865 in Nürnberg als Sohn des verstorbenen Privatiers Eduard Ziegler geboren, bin Protestant, besuchte die Lateinschule und das Realgymnasium zu Nürnberg und absolvierte dortselbst in einer Apotheke meine dreijährige Lehrzeit. Hierauf konditionierte ich weitere 3 Jahre in Mannheim, Frankfurt a/M., Königsberg i/O. und Hamburg. Nach dieser Zeit bezog ich die Universität Erlangen, woselbst ich das pharmazeutische Staatsexamen mit Erfolg machte.

Nach Verlassen der Universität genügte ich meiner Militärpflicht im k. Garnisonlazarett zu Würzburg und war hierauf im Hamburger Staatskrankenhause, sowie in Apotheken in Wiesbaden, Zürich und Baden-Baden thätig.

Anfangs Wintersemester 1894 entschloss ich mich, mich weiter dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen und besuchte zu diesem Zwecke die Universitäten Strassburg und Erlangen, woselbst ich am 6. März 1895 promovierte.

Hermann Ziegler.

Fig. I

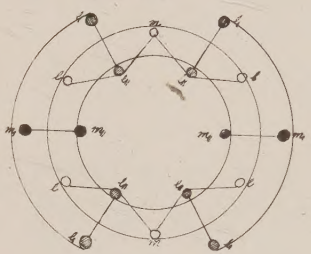

Fig. II

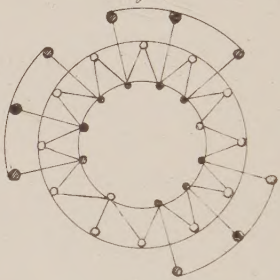

Fig. III

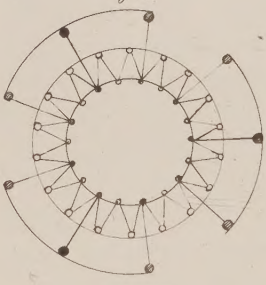

Fig. IV

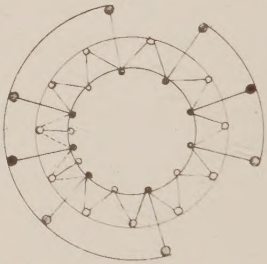

Fig. V

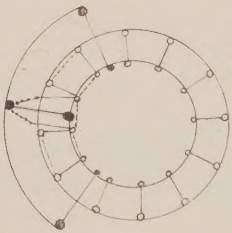

Fig. VI.

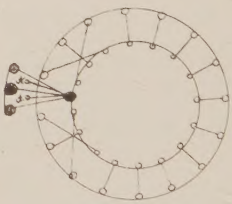

Fig. VII.

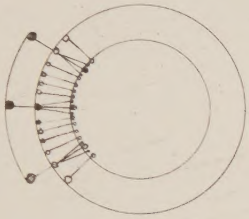

Fig. VIII.

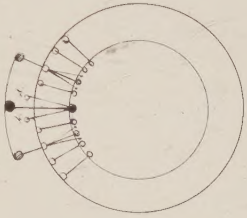

Fig. IX.

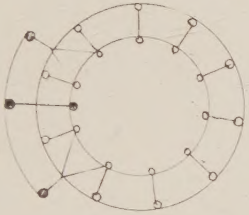

Fig. X.